

çevresini özel yapılı otik kapsül sarar.

İç kulak oval ve yuvarlak pencereler yolu ile orta kulakla, kokleer ve vestibüler duktuslar yolu ile de kafa içiyle bağlantılıdır. İç kulak, işitme ve denge organları içerir.

Kemik kapsül, zar labirent çevresini kaplamıştır ve 3 parçadır.

1- Arkada, 3 yarım daire kanalı (kanalis semisirkularis)

2- Ortada, Vestibül

3- Önde, Salyangoz şeklinde koklea

1- Yarım daire kanalları: Kemik kanalın içindedirler. Kemik kanalları tamamen doldurmazlar. Kemik labirent yarım daire kanalları ortalama 1 mm genişliğindedir. Zar labirent bunun 1/3 ünü doldurur. Yarım daire kanalları konveks yüzleriyle kemik kanala tutunurlar. Yarım daire kanallarının 2 ucu utrikul içine açılır. Yarım daire kanalları, lateral (horizontal), superior (anterior vertikal), posterior (posterior vertikal) olmak üzere 3 tanedir. Her kanalın ön ucu genişleyip ampullayı teşkil ederler. Diğer kolları düzdür. Her ampulun iç yüzünde krista ampullaris adını alan sinirsel epitel vardır ki bunlar n. vestibülünün rami ampulae dallarının başladığı yerlerdir. Bu epitelin titrek tüycükleri, üzerini örten ve Kupula adı verilen jelatinöz bir tabaka içine gömülüdür. Her ampullada denge organının özel nöroepitel-^{end} yumu bulunur. Bu end organa semisirküler kanalın kristası denilir. Bu şekildedeki özel epitel utrikulda bulunur ve içindeki kalsyum taşlarından dolayı otolitik organ veya Makula adını alır. Utrikul ve sakkul kemik labirentin vestibülümünü teşkil ederler.

Yarım daire kanalları etrafındaki perilenfa aralığı bağ örtüsünden yapılmış uzantılarla bölümlere ayrılır. Üst yarım daire kanalının düz bacağı ile, arka yarım daire kanalının düz bacağı çoğunlukla birbirleriyle birleşir ve Crus commune (ortak bacak) adını alırlar. Yatay yarım daire kanalı içlerinde en kısa olanıdır.

2- Vestibül: İç kulağın vestibüler bölümü, 4 mm çapında, düzensiz

ve içinde elliptikal ve spherical çukurları içeren bir oval boşluktur. Utrikulus ve sakkulus ile 3 yarım daire kanallarından oluşur. Yuvarlak ve oval pencereler yoluyla orta kulakla ilişkilidir. Vestibüle, 3 tanesi yarım daire kanallarının ampullasına ve 2 si düz bacaklarına ait olmak üzere 5 delik açılır.

Vestibülümün 6 duvarı vardır.

Dış duvar: Timpan boşluğuna bakar. Üzerinde oval pencere ve 1-2 mm kutrunda yuvarlak pencere vardır. Yuvarlak pencere vestibül içine açılmaz, kokleadaki skala timpaniye açılır ve membrana sekundaria ile kapalıdır.

İç duvar: İçine sakkulusun yerleştiği alt çukurcuk (recessus sacculi), içine utrikulusun yerleştiği üst çukurcuk (recessus utriculi). İki çukurcuk arasında crista vestibülü adını alan kemik kabartması vardır. Bu çukurcuklar içinde area cribriformis denilen delikler vardır ve bu delikli kısımlardan sinirler ve damarlar geçer.

Arka duvar: Arka yarım daire kanalının ampullu ucunun deliği bulunur.

Ön duvar: Bu duvarın dış ve alt duvarla birleştiği yerde yarım ay şeklinde bir delik, apertura vestibulari koklea ile kokleanın scala vestibulari ile birleşir.

Üst duvar: 4 delik vardır. Dışta lateral yarım daire kanalının delikleri, içte ve önde üst yarım daire kanalının ampullu ucunun, içte ve arkada üst ve arka yarım daire kanalının crus communelerin açıldığı delikler vardır.

Alt duvar: Lamina spiralis osseanın başlangıcı olan ince bir kemikten yapılmıştır. Bu lamina iç kenarıyla vestibülün iç duvarına yapışıktır. Dış kenarı serbesttir. Buraya zar labirentte göreceğimiz lamina basilaris yapışarak duvarı tamamlar. Bu lamina aracılığı ile vestibülümün alt duvarı kokleanın scala timpanisinin başlangıç kısmı ile komşudur.

3- Koklea (Cochlea): Cupula adını alan kör bölüm ile sonlanan 2.5 defa kendi üzerine kıvrılmış bir kemik helezondur. Kıvrımlar basal, medial,

apical diye birbirlerinden ayrılırlar. Kokleanın eksenini yapan modiulus denen kemik bir koni bulunur. Bu tabandan tepeye kadar uzanır, çevresinde kokleanın spiral kanalı (canalis spiralis ossea) sarılır ve kokleanın damar ve sinirleri modiulus içinde ilerler. Kokleanın spiral kanalı içindeki boşluk, spiral bir kemik levha (lamina spiralis ossea) ile 2'ye ayrılır. Öndeki kanala scala vestibülü, arkadakine scala tympani adı verilir. Bu kanallar helicotrema adını alan bir delikle birbirleriyle birleşirler. Zar labirentin alt ucu da vestibüle doğru uzanır ve burada kör olarak sonuçlanır ki buna caecum vestibulare adı verilir. Çekumun biraz iç tarafına reuniens açılır ve koklear kanal sakkulusla birleşmiş olur.

Koklea içinde 3 bölüm vardır. Bunlardan 2 si scala vestibüli (oval pencereye açılır) ve scala tympani (yuvarlak pencereye açılır). Scala tympani subaraknoid mesafe ile iştiraktedir, perilemf ihtiva eder. 3 üncüsü duktus koklearis olup, endolenf bulunur. İşitme end-organının (duktus koklearis) üzerine yerleştiği membranöz duvara Membrana Basillaris denilir. Membranöz duktus koklearis vestibül içinde yer alan sakkulus ile iştiraktedir. Koklear duktus ile skala vestibüli arasındaki zara Reissner membranı adı verilir. Membrana Basillaris, dış tarafta, dış duvarın periostunun kalınlaşmasından meydana gelmiş bir fibröz tabaka ile kanalın dış duvarına bağlanır. Kalınlaşmış bu tabakaya ligamentum spirale ossea denir. Spiral ligamenin üst kısmından ayrılan ince bir zar tabakası, lamina spiralis osseanın periostu ile birleşir ve kesitte üçgen şeklinde zar kokleanın duktusu oluşur ki buna koklear kanal adını da verirler. Koklear kanalı kafa içine birleştiren ayrı bir kanal daha vardır ve buna Aqueductus koklea adı verilir.

Kokleanın kanı A. Basillarisin bir dalından gelir. A. koklearis iç kulak arterinin terminal dallarından biridir. Kokleanın kollateral sirkülasyonu yoktur.

Zar Labirent (Membranöz Labirent)

Kemik labirentin içine yerleşmiştir. İçi endolenf denilen sıvı ile

dolu kanallar ve boşluklardan oluşur. Zar labirentin fizyoloji bakımından 2 ödevi vardır. Kanallardan önde bulunanı işitme organını (pars auditiva) içerir ve duktus koklearis adını alır. Denge organını (pars statica) içeren kısım yarım daire kanalları ile utrikulus ve sakkulus diye anılan 2 küçük boşluktan oluşur. Ayrıca vestibüler kanal yolu ile kafa içinde dura mater arasına uzanan endolenfatik kese de, zar labirentin bir parçasıdır. Zar labirentin çeşitli parçaları arasında bağlantıyı küçük çaplı kanaliküller sağlar. Bunlar duktus utrikularis, duktus sakkularis ve duktus reuniens dir. Endolenfatik kese ile bağlantıyı duktus endolenfaticus sağlar. Duktus koklearisi araknoid aralıklarla birleştiren kanala da Aqueductus cochleae (kanalikulis koklea) adı verilir. Zar ve kemik labirent arasında perilenfa vardır

Utriculus

Kemik labirentin recessus ellipticus adı verilen çukuruna yerleşmiş, oval biçimli, yassıca bir kesedir. Ön yan tarafı biraz kalınlaşır ve buraya macula acustica utriculi denir ve utrikulusun sinir liflerinin bulunduğu bölgedir. Arka duvarına yarım daire kanalı açılır. 5 delik vardır, 3 ü ampullere, 2 si bacaklara aittir. Ön duvardan ince bir kanalikül çıkar ve sakkulusa gider ve her ikisini birleştirir (duktus utriculo-saccularis). Utrikülün recessus utriculi üzerindeki area cribriformis utricularise uyan bölümü üzerinde beyazımsı renkte n.utriculinin başladığı macula utriculi görülür

Sacculus

Sakkulus, utrikulden biraz daha küçük oval biçimli bir kesedir. Vestibülün ön alt tarafında recessus sphericus denen çukura oturur. Ön tarafında macula acustica sacculi bulunur. Alt yüzünde duktus reuniens denen kanalcıkla duktus koklearisle birleşir. Arka yüzüne utriculo-saccular duktus açılır Bu duktusun arkaya doğru kısmından duktus endolenfaticus başlar ve petröz kemiği geçerek kafa içine varır. Burada duranın iki yaprağı arasında

genişleyerek endolenfatik keseyi oluşturur. Dura ve periost arasında petroz kemiğin iç yüzündeki fovea endolenfatikusa yerleşir. Duktus endolenfatikus vestibüler aqueductusun proksimal ağzına kadar perilenfatik aralıkta bulunur. Bu kanalla petröz kemiği geçer, vestibüler aqueductusun distal ucundan sora genişler. Sakkulun recusus sacculiye uyan bölümünde oval ve beyazımtrak leke şeklinde n.sacculinin başladığı macula sacculi bulunur. Macula sacculi ve macula utriculinin 2 sine birden macula staticae denir

Yarım daire kanalları ve otolithler

Denge fonksiyonunu yarım daire kanalları yapar. Otolitler kalsyum birikintileri (otoconia) olup yalnız macula staticae ve az miktarda crista ampullaris hizalarında bulunan tüylü sinir hücreleri üzerine dayanırlar. İnsanda utrikül ve sakkulda 2 otolith vardır. Otolithler tüylü hücrelerin tepesindeki jelatinöz örtünün içindedirler. Utriküldeki otolith organ horizontal düzlem içinde, sakkuldeki ise vertikal düzlem içindedir. Otolithler istirahat halindeki başın vaziyet değiştirmesi ile veya döndürülmeden yapılan baş hareketlerinde olduğu gibi, durumla ilgili bir kinetik fonksiyona sahiptirler. Koklea kanalcığı içersinde duktus endolenfatikus bulunur ve dura mater uzantısı olarak kabul edilmektedir.

Zar labirentin denge parçası: Özetle şu kısımlardan oluşur

Utrikulus

Sakkulus

Duktus semisirkülares

Duktus endolenfatikus

Duktus perilenfatikus

Zar labirentin işitme parçası: Özetle şu kısımlardan oluşur

Duktus koklearis (akustik veya sesi alıcı organ)

Corti organı

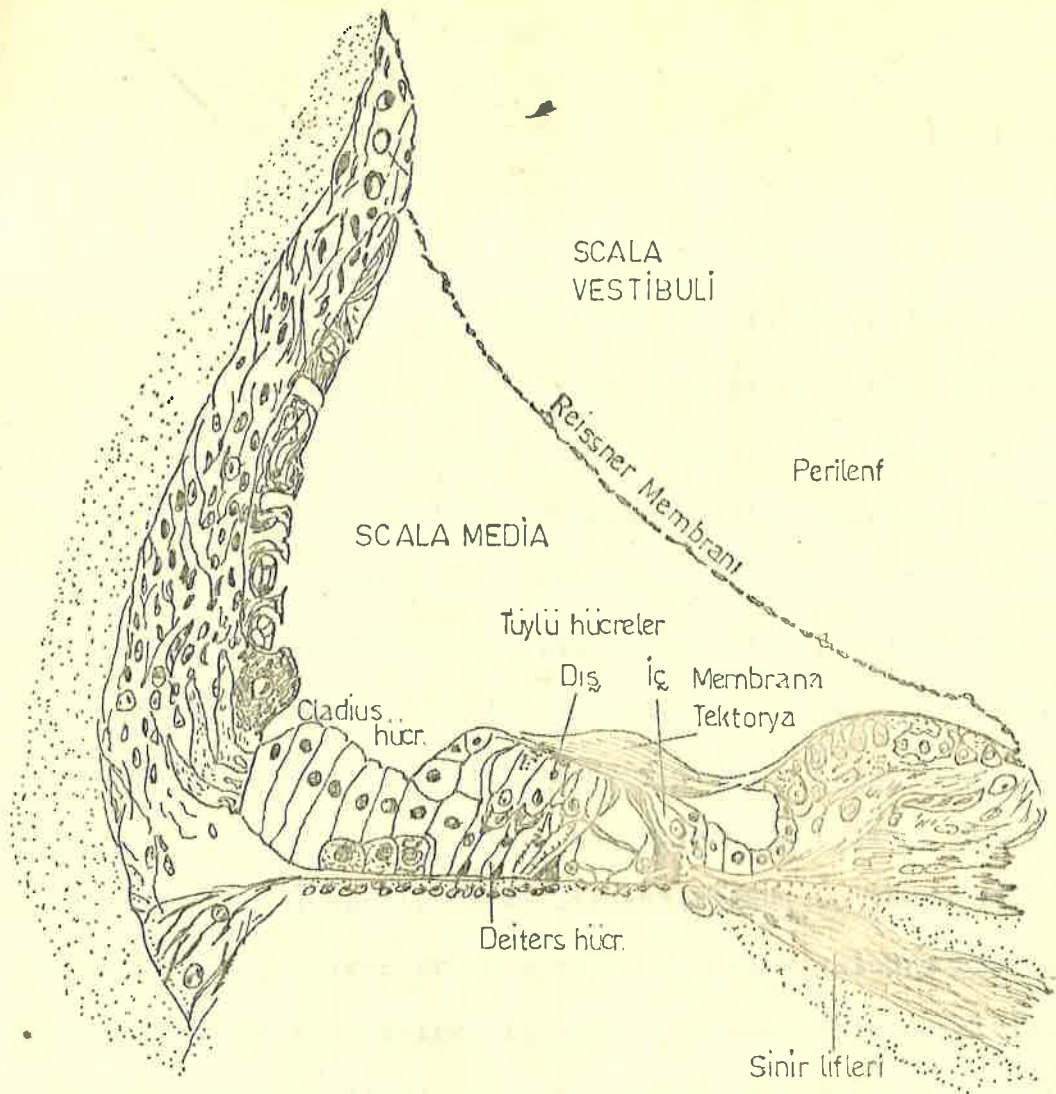
Kokleanın terminal sinir iplikleri

İşitme siniri

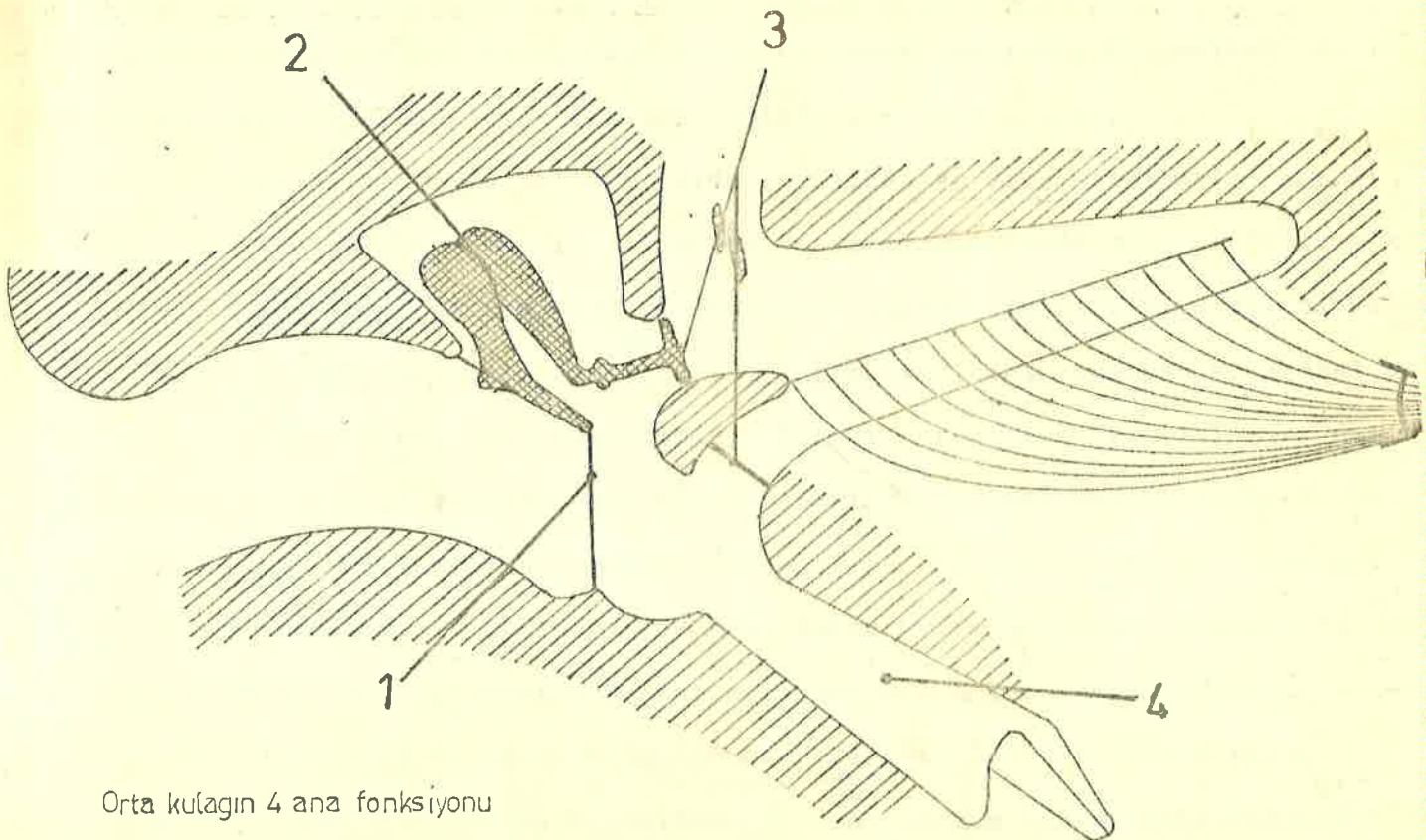
Beyindeki işitme merkezi

Corti Organı (Organon spirale): Duktus koklearis içinde basal kısımda basiler membran üstüne yerleşmiştir. İşitme sinirinin kokleadaki dağılışına papilla spirale cochlea denir. Papilla ile dayanağı teşkil eden bölümü birlikte Corti organını yapar. Corti hücreleri terminal işitme organını yaparlar. Transvers kesitte kokleer duktus üçgen biçiminde, tabanda en çıkıntılı kısmı corti tüneli yapar. Corti tünelinin iki yanında titrek tüylü hücreler vardır. Tünelin iç tarafında yer alanlar; iç titrek tüylü hücreler tek sıradan ibarettir ve sayıları 5.000 civarındadır. Şiddetli uyarılara karşılık verirler, testi biçimindedir. Dış titrek tüylü hücreler ise 3 sıralıdır. Apekte doğru 4, hatta 5 sıraya yükselir, dikdörtgen biçimindedir. Hücrelerin üstünde titrek tüyler vardır. Dış titrek tüylerin dışında Deiters, Hansen ve en dışta spiral ligamana yakın Claudius destek hücreleri vardır. Önemlisi Deiters hücreleri olup, uzantıları titrek tüylü hücrelerin üstüne doğru uzanır. İç titrek tüylerin iç yanında iç sulkus (inner sulkus) denen bir iç oluk bulunur ve tectorial membran, iç sulkusu ve titrek tüyleri üstten örter. Dış titrek tüylü hücrelerin alt yüzünden başlayan sinir iplikleri buradan habenula perforata yolu ile kemik spiral laminaya girmek üzere bu tünelden geçerler ki buraya kadar sinir lifleri amyeliniktir, bundan sonra sinir myelin kılıf kazanır. Tüylü hücrelerin tabanından başlayan sinir iplikleri modiulus içindeki kanallara uzanarak Corti ganglionuna (ganglion spirale) varırlar. Başka bir deyimle, bu iplikler Corti ganglionundaki sinir hücrelerinin protoplazmik uzantılarıdır. Bu hücrelerin aksonları modiulus'un tabanındaki tractus spiralis foraminosus deliklerinden geçerek iç kulak yoluna girer, koklea sinirini meydana getirir. Tüylü hücrelerin uyarılması bu tüyler aracılığı ile olur. (Şekil: 1)

İç tüylü hücrelerin sinir iplikleri çok kere bir veya iki titrek tüylü hücre ile ilgilidirler, bunlara radyar iplikler denir. Dış titrek tüylü hücrelerde ise ganglion hücresi çok sayıdaki tüylü hücreler ile ilgilendir



ŞEKİL.1-



Orta kulagın 4 ana fonksiyonu

- 1-Sağlam, titreşen zar 2-Kemikcikler
 3-Ayrı fazda çalışan pencereler 4-Açık tuba

ŞEKİL.2.

Denge ve İşitme Sinirleri (n.stato-acusticus) (3,5):

Bu sinir, işitmeye yarayan koklea sınırı ve denge ile ilgili vestibül sinirinin iç kulak yolunda (meatus acusticus internus) bir araya gelmesiyle meydana gelir. N.Kochlea'nın başlangıcı protoplazmik uzantılarıyla Corti organındaki titretilmiş hücrelerle ilgilidirler. Ganglion spirale n. cochleadaki sinir hücrelerinin aksonları ise modiulusun tabanındaki deliklerden iç kulak yoluna girerek işitme sinirlerini yaparlar.

İşitme siniri, medulla oblongatada iki terminal çekirdekte, nukleus ventralis ve dorsalis nervi kokleada sonlanır. N.vestibüli, iç kulak yolu dibindeki Scarpa ganglionu sinir hücrelerinden başlar. Bu hücrelerin protoplazmik uzantıları vestibüldeki utrikul, sakkul ve yarım daire kanallarındaki maculae staticaya girerler. Aksonları iç kulak yolunda birleşerek vestibül sinirini meydana getirirler. İç kulak yolunda işitme sinirinin yanında ve bu sinirle birlikte ilerleyen n.vestibüli bulbusta 4. karıncığın döşemesi hizasındaki 3 çekirdekte sonlanır. Bu çekirdekler: Nucleus terminalis dorsalis nervi vestibüli (Bechterew), nucleus terminalis lateralis nervi vestibüli (Dieters), nucleus terminalis medialis nervi vestibüli (Schwalbei) ve inferior vestibüler çekirdek (Roller) adlarını alırlar (1,5).

İşitme ve denge yolları (viae acusticea ve viae staticae): İşitme yolu üzerinde 3 nöron vardır. 1. nöron Corti ganglionunda olup, protoplazmik uzantıları Corti organına uzanır, aksonları işitme sinirini yaparak bulbustaki 2 çekirdekte sonlanırlar. 2. nöron, işitme sinirinin bulbustaki dorsal ve ventral çekirdeklerindeki hücrelerdir. İkinci nöron aksonları iki ayrı demet halinde birbirlerinden ayrı olarak ilerler. Ventral demeti yapan aksonlar, ventral çekirdekten çıktıktan sonra içe ve öne doğru ilerler olivapontisin ön tarafında bu çekirdeğe de bazı dallar vererek geçerler, karşı taraftan gelen aynı ipliklerle çaprazlaştıktan sonra lemniscus lateralis adını alarak yükselir ve corpus bigeminuma gelirler. İpliklerin bir kısmı burada kalır veya yan dallar bırakırlar çoğu da corpus geniculatum medialede

sona ererler. Dorsal demetleri yapan aksonlar, dorsal çekirdekten çıktıktan sonra küçük demetler halinde striae medullaresi meydana getirirler. 4. karıncığın döşemesinde dıştan içe doğru ilerleyen bu çizgiler substantia reticularis grisea içine girerler, karşı taraftan gelenlerle çaprazlaştıktan sonra lemniscus lateralisin içine girerler. Buradan sonra ventral demet ile aynı yolu takip ederler. 3. nöronlar corpus bigeminum ile corpus geniculatum medialede dirler. Sonuncu hücrelerden ayrılan aksonlar gyrus temporalis superiorun ön kısmındaki işitme merkezinde sonlanırlar.

Denge yolu üzerinde 2 nöron bulunur. 1. nöron iç kulak yolunun dibinde ganglion vestibülidedir. Protoplazmik uzantılar vestibüle girerler. Aksonlar n. vestibüliyi yapar. Vestibül siniri koklea siniri ile birlikte N. statoakustikusu yaptıktan sonra bulbusa girer Vestibülün iplikleri 4. karıncığın döşemesine doğru ilerleyerek 2 kola ayrılırlar. Yükselen iplikler Bechterew çekirdeği ile beyinciğin nukleus fastigisane ve beyincik kabuğuna giderler. İnen iplikler de Schwalbei ile Deiters çekirdeğine giderler. 2. nöronlar 1. nöron aksonlarının sonlandığı çekirdeklerdedir. Bu çekirdeklerden çıkan aksonların bir kısmı beyinciğe, Dieters çekirdeğinden çıkan liflerin bir kısmı aşağı doğru inerek traktus vestibulo-spinalisi yaparlar. Bechterew çekirdeğinden çıkan iplikler n. oculomotoriusun çekirdeklerine giderler. Çekirdeklerden çıkan ipliklerin bir kısmı çaprazlaşmadan aynı tarafın, çaprazlaşarak karşı tarafın fasciculus longitudinalis medialisine içine katılırlar. Yükselenler mesencephalona, inenler de spinal iliğin ön kordonuna doğru giderler. Bu iplikler spinal ilik, bulbus, pons ve mesensefalondaki oynatıcı sinir çekirdekleriyle ilgilidirler.

Labirentin damarları: Arterler, A. basilarisin bir dalı olan a. labirinti ile beslenir. Bu arterler uc arterler olup, kollateralleri bulunmaz. Bu nedenle trombus veya emboli ile tıkanığında o tarafın dolaşımı durur. Venler, Aqueductus koklea ve aqueductus vestibüli yollarıyla geri dönerler. Kemik kapsul kanını, komşu kemik kısımlarını besleyen arterlerden alır (1,5, 54).

İç Kulak Fizyolojisi (1,3,5):

İç kulak, temporal kemik içine gömülü zar ve kemik yapılardan oluşur. Kemik ve zar labirentin içini çeşitli sıvılar doldurur. Bugünkü bilgilerimize göre iç kulakta 4 farklı sıvı vardır. Bunlar; perilenf, endolenf, kortilenf ve 4 cü sıvı.

Perilenf: Kemik ve zar labirentlerin arasını doldurur. Aqueduktus koklea veya kanalikulis denen bir kanal aracılığı ile likörle birleşir. Fakat bazı özellikleri ile likörden farklıdır. Protein, Na, Cl, K iyonları miktarı hemen, hemen likörünkü kadardır. Salgılanma yeri scala vestibülde, buna karşılık emilmesi scala tympanidedir.

Kortilenf: Korti tüneli ve Nuel aralıklarında yer alır. Perilenfe benzer. Fakat yapısı kesinlikle perilenften farklıdır.

4. Sıvı: Sulkus İnternusta bulunur. Ancak varlığını herkes kabul etmemektedir.

Endolenf: Zar labirentin içini ve scala mediayı doldurur. Duktus endolenfatikus denen bir kanalla kafa içine geçer ve dura altında yerleşmiş endolenfatik keseyi doldurur. Likördeki protein seviyesinin 1/3 ü kadar proteine sahiptir. Buna karşılık Na dan fakir, K dan zengindir.

Diğer önemli bir nokta da elektriki potansiyelde görülen farklılıktır. Koklea kanalında elektriki yük + 80 mV. iken, Sacculusta + 13 mV ve Utriculusta + 16 mV olmaktadır. Perilenfte ise elektriki yük yoktur. Kortilenf de elektriki yük sıfır olarak kabul edilir.

Endolenfin diğer bir özelliği de diğer hücre içi sıvılarından farklı bir durum göstermesidir. Bir solüsyonun iyon konsantrasyonu ile elektriki yükü arasında ilişki vardır. Örneğin: K iyonu bir sıvıda ne kadar fazlaysa + elektriki yükü de o sıvının o kadar fazla olmaktadır. Aynı cins elektrik yüklü iyonlar birbirlerini iteceğinden, solüsyonlardaki aynı cins iyonlar bir noktaya kadar artabilir. Aynı elektrik yükünü taşıyan iyonların bir kısmı ya hücrelerin içine veya dışına itilir. Solüsyonun konsantrasyonu belli bir oranda tutulur, buna Nerst eşitliği denir . . .

İç kulak sıvılarının görevleri (1,3,5):

Kan ile iç kulak arasındaki bağlantıyı kurarlar. İç kulaktaki hücrelerin beslenmesi için gerekli maddeleri ve oksijeni sağladıkları gibi artıkların atılmasına da yardım ederler.

Akustik enerjinin elektrik akımına dönüşmesinde rol oynarlar. Bu dönüşüm için gerekli olan iyondan zengin bir ortamın oluşturulmasını sağlarlar.

Stapes tabanından gelen ses titreşimlerini baziler membrana ulaştırır.

İç kulak içinde basınç dağılımını kontrol eder, ani basınç değişikliklerinde, basıncın bütün sisteme eşit olarak dağılmasını sağlar. İnsanda total endolenf miktarı 2.76 mm^3 , perilenf miktarı da 78.3 mm^3 dür. Endolenf K bakımından zengin Na ve proteinden fakir bir ultrafiltrattır. Perilenf ise endolenfle ince bir zarla ayrılmasına karşılık Na dan zengin K dan fakirdir.

Kan ve Endolenf arasındaki ilişkiler:

Kan ile endolenf arasındaki ilişkileri anlayabilmek için önce iç kulakın kan dolaşımı bilinmelidir. İç kulağa gelen A koklea propria, iç kulak yolundan modioluma girer ve buradan koklear kanala geçerek 2 ye ayrılır.

1. kol her iki kemik spiral arasından scala vestibülünün üst ve dış tarafını dolaşarak, scala tympaniye doğru inip onu çevreler. 2. kol scala vestibülünün yanından lamina spiralis osseaya doğru ilerler, buradan baziler membran içine girer. Her iki dal da gittiği yerde kapiller ağlar meydana getirirler. Scala vestibülünün üst ve dış tarafından dolaşan arterler tıkanırsa, bu zaman Corti organının elektriki potansiyelinde düşme olur. Scala vestibülünün iç yanından inen arterin tıkanmasında ise önce iç titreşim tüylü hücreler ve sonra da dış titreşim tüylü hücrelerde dejenerasyon başlar. Bu bölgenin venülleri tıkanırsa önce dış sonra iç titreşim tüylü hücrelerin yozlaşması ve sayılarının da azaldığı görülür.

Netice olarak: Baziler membran kapillerleri Corti organına oksijen ve besini sağlar, stria vascularis ve spiral prominence kapillerleri de enerji dönüşümü için gerekli, iyondan zengin ortamı oluşturur.